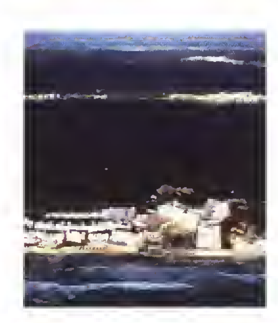
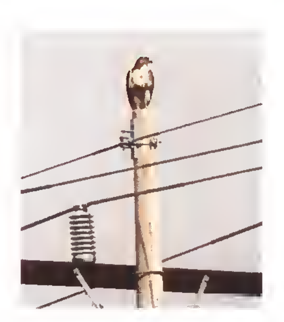


ENTRE LA TIERRA Y EL MAR, LAS LAGUNAS COSTERAS DE YUCATÁN.
PÁG: 6



ELECTROCUCIÓN DE AVES EN LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN MÉXICO.
PÁG: 11



NÚM. 72 MAYO-JUNIO DE 2007 ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

CACAO

El cacao, base del chocolate, es un árbol nativo del trópico americano, especialmente de Mesoamérica. Es muy probable que fueran los Olmecas los responsables de su domesticación, hace tres mil años, pero se atribuye a los Mayas la difusión de su uso, pues constituyó una parte importante de sus actividades culturales, como alimento, medicina e incluso como parte de su sistema económico, como moneda. Los Aztecas o Mexicas integraron sus usos en su cultura. Por otro lado, hay evidencia que sugiere que antes de la llegada de los españoles también se cultivaba en Sudamérica, principalmente en Perú y Venezuela.

Nisao Ogata*

EL CACAO



Fase de la preparación de una tableta de chocolate fino en Turín, Italia.

Fotos. © Fulvio Eccardi

El chocolate, consumido en épocas prehispánicas sólo como bebida, se ha transformado en una serie de productos que van desde bebidas que cuestan cinco pesos, hasta los selectos de la *Maison du Chocolat*, que en el Rockefeller Center de Nueva York alcanzan 145 dólares por 231 gramos de chocolate. Esto representa ganancias anuales de alrededor de 5 mil millones de dólares, de los cuales 90% se queda en los países donde no es posible producir una sola planta de cacao en condiciones naturales, en Europa y los Estados Unidos. El cacao, que habita la sombra de la selvas lluviosas, requiere de alta precipitación, suelos húmedos pero bien drenados y, bajo domesticación, se acompaña de árboles del dosel superior que lo protegen de la luz y que, en el caso de las leguminosas, fertilizan el suelo.

Según René Millon, en su excelente trabajo doctoral "cuando el dinero crecía de los árboles", en épocas prehispánicas se cultivaba cacao prácticamente en cualquier sitio que presentara condiciones mínimas para su desarrollo, tesis que comprobamos con el hallazgo de plantas cultivadas en diversos cenotes en el centro de la Península de Yucatán, en zonas aparentemente inadecuadas para su desarrollo, y en los traspatios de las casas en muchas localidades del sureste de México, donde actualmente el cacao no representa una actividad agrícola.

Las variedades

El cacao está clasificado en el género *Theobroma*, en la familia Malvaceae (antes en la Sterculiaceae) con 22 especies descritas, ubicadas principalmente en Sudamérica y partes de Centroamérica. Las únicas especies que se distribuyen naturalmente hasta México son *Theobroma* cacao L. y *T. bicolor* Humb. & Bonpl. En Oaxaca, la segunda se utiliza para preparar una bebida conocida como "popo", y en la Amazonía peruana, las semillas se tuestan y se comen como botana. En Brasil y Perú, *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) K. Schum., se emplea para elaborar bebidas. Mientras que varias culturas indígenas del noroeste del Amazonas en Brasil y Colombia, y en los altos del Orinoco en Venezuela, utilizan *T. subincanum* Mart., junto con especies del género *Virola* (Myristicaceae), para preparar un potente alucinógeno en forma de polvo. También, se ha encontrado *T. speciosum* Willd. en huertos familiares de indígenas Chacobó en Bolivia.

De *Thebroma* cacao L. se han descrito dos subespecies, *T.* cacao ssp. cacao y *T.* cacao ssp. *sphaerocarpum*, que representan los extremos del *continuum* de su variabilidad. Así, la subespecie cacao se distingue porque presenta frutos alargados con surcos pronunciados y semillas blancas, mientras que la subespecie *sphaerocarpum* presenta frutos redondeados con surcos escasamente evidentes y las semillas de color púrpura. En términos



Mazorcas de cacao criollo en una plantación cerca de Pichucalco, Chiapas.

agronómicos, la primera se conoce como la variedad criollo y la segunda como forastero, mientras que la cruza de ambas es el trinitario. Entre los extremos existe una notable variabilidad que se manifiesta en la forma de los frutos, el color de las semillas y en que frecuentemente no hay correspondencia entre ambos caracteres, todo ello hace que la variedad trinitario sea muy subjetiva. Por ejemplo, es común hallar frutos alargados y de surcos pronunciados que presentan semillas púrpuras y frutos redondeados con semillas blancas, incluso pueden encontrarse los dos colores en el mismo fruto o distintas tonalidades que van desde el blanco hasta el púrpura. En términos de calidad, para producir los chocolates más sabrosos y caros suelen preferirse las semillas blancas y frutos que tiendan hacia una forma alargada y de surcos pronunciados; es decir, los que se acercan al extremo de la subespecie *cacao* o variedad criollo. No obstante, por su mayor resistencia a plagas y enfermedades, actualmente se cultivan más los individuos cercanos de la subespecie *sphaerocarpum* o variedad forastero.

En México, el cacao domesticado desde épocas prehispánicas era de tendencia criollo, aunque algunos documentos de la época en la que llegaron de los españoles sugieren la existencia de la variedad forastero en Mesoamérica, probablemente traída 1 500 años antes por un grupo sudamericano conocido como los Valdivia.

El cultivo

El cacao se cultivó exclusivamente en el continente americano hasta 1860, cuando comenzó a sembrarse en África. En México, hacia finales del siglo XIX e inicio del XX empezó la transformación de las áreas propicias para el cacao con la introducción de la caña de azúcar y del plátano. En la década de 1930, los productores mexicanos decidieron expandir el cultivo de variedades forastero sudamericanas, generalmente consideradas de mala calidad, con el argumento de que producen mayor cantidad de granos por fruto que las variedades locales y que además son de rápido crecimiento y resistentes a plagas. Con esto, grandes áreas de cultivo de los principales estados productores, Tabasco y Chiapas, fueron invadidas con estas variedades.

Ahora, además de la mala calidad, sobresalen entre los problemas más evidentes de la produc-

Frutos de cacao





Tostado doméstico del cacao en un poblado del Soconusco, Chiapas.

ción de cacao en nuestro país: el abandono de plantaciones en gran parte de las zonas productoras de Tabasco y Chiapas, los bajos precios por la cosecha, la ausencia de un valor agregado que permita obtener ganancias adicionales a los campesinos, así como el desconocimiento y las desventajas para competir en el mercado internacional.

La migración de jóvenes hacia las grandes ciudades y hacia los Estados Unidos es el principal factor del abandono de las plantaciones. En el pasado ciclo, en varias zonas de Tabasco fue común observar que la edad de la mayor parte de las personas relacionadas con la cosecha de cacao oscilaba alrededor de los 50 años. Aparentemente, es reciente el incremento del desarraigo entre los jóvenes, quienes no ven expectativas de progreso mediante el cultivo de cacao. Paradójicamente, esto propició la producción de cacao orgánico, porque el uso de plaguicidas u otro químico ya que no era redituable. Así, en muchas de las fincas sin atención, la cosecha se sostenía con los frutos sobrevivían como resultado de la selección natural.

El mercado

A pesar de que en el ciclo pasado el precio del kilo de cacao en fresco osciló entre 5.50 y 6 pesos, y el de la semilla en seco estuvo entre 13.75 y 15 pesos por kilo, muchos campesinos prefieren vender la semilla en fresco para obtener cualquier cantidad de dinero. Por su parte, las cooperativas o empresas acopiadoras del cacao seco, en términos generales no realizan una selección de granos y mezclan las semillas sin importar la variedad o procedencia de las plantas. Además, no establecen estándares relativos a los tiempos de fermentación y secado, de allí los lotes de semillas sobre-fermentadas o no lo suficientemente fermentadas, así como las semillas con distintos grados de secado. El resultado es la producción de cacao seco "a granel" para utilizarse en la elaboración de chocolate que no requiere estándares de calidad elevados.

Por ello, para atenuar las desventajas y competir internacionalmente no sólo es necesario producir, por ejemplo, cacao orgánico, sino cacao seleccionado bajo ciertos estándares de calidad, lo que proporcionaría un valor agregado a la cosecha. Actualmente hay empresas transnacionales interesadas en producir chocolate de semillas de cacao con características similares. En Tabasco y Chiapas, aún existen plantaciones con cacaos de calidad que podrían seleccionarse para que, a través de un estricto y controlado proceso de fermentación y secado, produzca una semilla con un aroma y sabor determinado. Este procedimiento es el principal responsable del éxito de la empresa italiana Domori, los primeros en recuperar el cacao criollo, brindando así gran importancia a este tipo de material genético, y en considerar la calidad de la postcosecha como elemento clave para elaborar chocolate fino. Ellos seleccionaron plantaciones específicas de cacao venezolano y, mediante la estandarización de los tiempos de fermentación y de secado, pusieron en el mercado internacional una variedad de chocolate muy cotizado, una barra de 75 gramos cuesta alrededor de cuatro euros (5.2 dólares).

Por otro lado, la falta de incentivos para la producción de chocolates de calidad en México explica buena parte del porqué las mayores ganancias se quedan en Europa y los Estados Unidos. Un considerable volumen del chocolate que se produce en el país, descontando el de las empresas transnacionales, se elabora moliendo cacao y azúcar en partes iguales con molinos como los que se utilizan regularmente para moler el maíz. De este procedimiento resulta un chocolate con poca aceptación, sobre todo si

se compara con los elaborados en Europa y los Estados Unidos.

Las alternativas

Afortunadamente, todavía hay poblaciones de cacao de alta calidad en el país para producir chocolates competitivos. El INIFAP ha realizado un gran esfuerzo para el rescate de los cacaos mexicanos y el desarrollo de variedades resistentes. Sin embargo, es necesario extender este esfuerzo hacia todos los estados que presentan condiciones adecuadas, como Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Puebla.

El cultivo de cacao representa una magnífica oportunidad para implementar alternativas de desarrollo en el trópico. Cuando se hace utilizando varias especies de árboles de sombra, las plantaciones pueden albergar altos niveles de diversidad biológica, sobre todo si se compara con otros cultivos tropicales. Los cacaotales son muy adecuados para reforestar áreas completamente taladas y pueden convertirse en corredores biológicos entre segmentos de selva, permitiendo la repoblación de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, entre otros. Además, el cultivo de cacao es una de las mejores alternativas de producción para pequeños productores, según lo observado en Camerún, Ghana, Nigeria o Sulawesi, donde la producción es más eficiente que en los grandes latifundios de Brasil y Malasia. Normalmente, los pequeños productores tienen bajos costos de producción porque dependen, en gran medida, de la mano de obra familiar y de un aspecto muy importante, el íntimo conocimiento que existe entre el productor y su plantación. En Sulawesi, pequeños productores han cosechado hasta dos toneladas de granos por hectárea, cantidades difíciles de alcanzar en plantaciones extensivas. Si incluimos el valor de los árboles de sombra, entonces los cacaotales representan una buena alternativa económica para pequeños productores. Estos árboles no sólo ofrecen protección del viento, sino también producen hojarasca, una de las mejores fuentes de materia orgánica, incrementan la aereación, la infiltración y el drenaje, y fomentan la liberación lenta de los minerales en el suelo. Además, pueden escogerse determinadas especies de árboles que posean algún valor agregado. Por ejemplo, en Costa de Marfil los campesinos han introducido en las plantaciones de cacao 27 especies de árboles nativos, de los cuales casi 48% proveen leña y medicina, 41% alimento y 22% se utiliza para la construcción.

Pese a lo anterior, el cacao, especie domesticada en Mesoamérica que ha vivido en cercana relación con el hombre desde hace tres mil años, tiene poco impacto en el mejoramiento de la economía de los pequeños productores del trópico húmedo, especialmente en México. Sin embargo, mediante un adecuado manejo de los cultivos y la inclusión de valores agregados en la producción, como el cultivo orgánico, el cultivo de variedades específicas, los estrictos controles de fermentación y secado, así como el fomento de la manufactura de chocolate mexicano bajo ciertos estándares de calidad, podrían generar importantes ingresos económicos para los pequeños productores del sureste de México.



Última etapa de la elaboración de tabletas de chocolate fino en Turín, Italia.

Referencias

Millon, R. F. 1955. *When money grew on trees: a study of cacao in ancient Mesoamerica*. Ph.D. diss. Columbia University, Ann Arbor, Michigan.

* Director del programa "Árboles Tropicales" del Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) Universidad Veracruzana.
<theobroma@mac.com>

Jorge A. Herrera-Silveira[1] y Octavio Cortes Balam[2]

ENTRE LA TIERRA Y EL MAR, LAS LAGUNAS COSTERAS DE YUCATÁN



Las lagunas costeras constituyen cerca del 13% del litoral oceánico. Distribuidas en todos los continentes excepto la Antártica, están definidas como depresiones someras paralelas a la costa, separadas del mar por una barrera física, pero conectadas a él temporal o permanentemente por uno o más canales. Son diferentes de los estuarios, cuerpos de agua semicerrados, perpendiculares a la costa y conectados con el mar por un río. Sin embargo, es frecuente encontrar ecosistemas que incluyen los dos tipos de ambientes interconectados, los sistemas lagunar-estuarino.

Algunas características ecológicas de las lagunas costeras, como la alta productividad, la dinámica de nutrientes y la diversidad de hábitats, proveen una serie de servicios ambientales que han impulsado su uso o abuso. El turismo en sus playas arenosas, del lado del océano, o el ecoturístico en manglares y pastos marinos, además de la acuacultura y la pesca, promueven el desarrollo de estructuras, como puentes y caminos, que modifican los modelos de circulación del agua, y hacen que las lagunas sean receptoras de aguas contaminadas que favorecen la sedimentación y eutrofización (proceso de enriquecimiento en nutrientes que ocasiona la proliferación de algas y la disminución del contenido de oxígeno). Muchas lagunas costeras han pasado de áreas de recreación y pesca muy productivas, a estanques contaminados que ya no

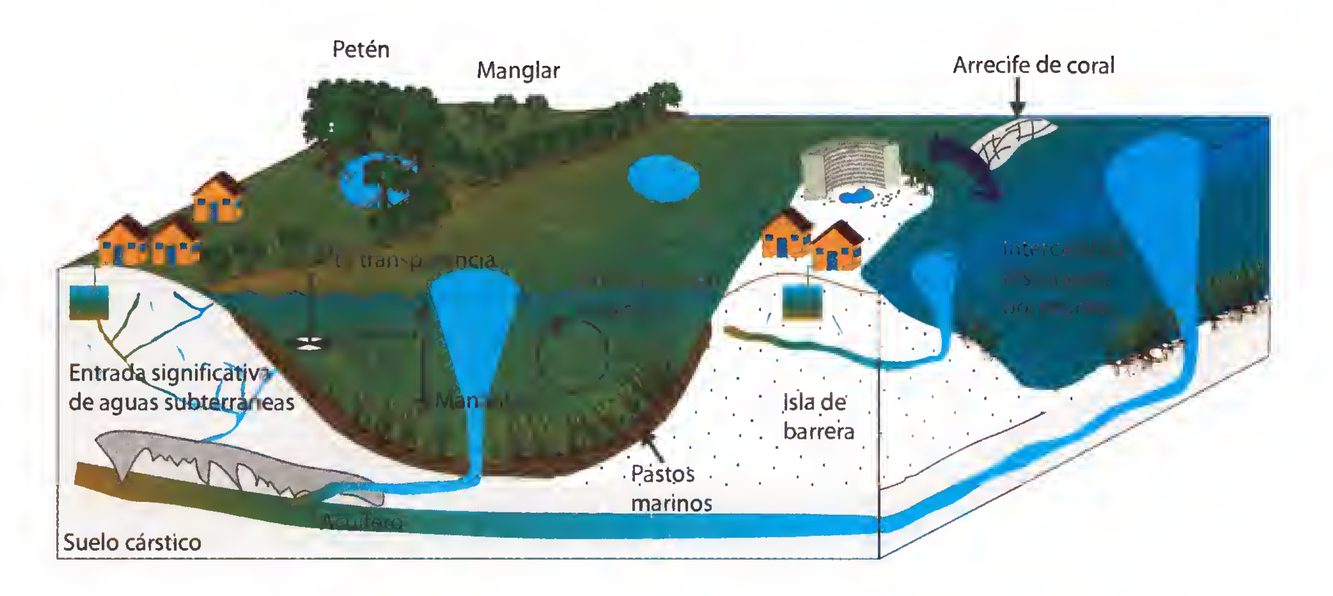


Figura 2. Diagrama conceptual de las características ecológicas de las lagunas costeras de Yucatán.

© Jorge A. Herrera Silveira y Tomás Zaldívar

producen bienes y servicios para sus comunidades. En este contexto, surgió un movimiento mundial para desarrollar planes de manejo que equilibren los usos con la preservación y conservación de estos frágiles ecosistemas.

La Península de Yucatán

Localizada en el sureste de México, la Península de Yucatán tiene un litoral de 1 250 kilómetros de largo. Es una terraza cárstica (terreno calizo con numerosas grietas y, en profundidad, cavernas y chimeneas) en más del 90% de sus 400 mil km², su topografía es relativamente plana y con escasos accidentes orográficos. Aunque en el norte el clima es cálido-árido con poca precipitación anual, en el resto de la península el clima es cálido y la lluvia abundante. La principal fuente de agua dulce que descarga a la zona costera proviene de las aguas subterráneas en forma de manantiales, los cuales influyen en el régimen hidrológico de los ecosistemas costeros, cuyo funcionamiento ecológico está relacionado con fuerzas regionales (corriente de Yucatán, afloramiento de Cabo Catoche, descargas de agua subterránea), así como con eventos en pulsos (huracanes, frentes). Entre los ecosistemas costeros de Yucatán, las lagunas son un rasgo fisiográfico característico que ocupa una superficie aproximada de 3 900 km² (Figura 1).

Las lagunas costeras de Yucatán

La transición característica entre tierra y mar de la península está compuesta por manglar, laguna costera, isla de barrera, playa y el mar donde pueden observarse bancos de arena, en el Golfo de México, o barreras de arrecifes de coral, en el Caribe (Figura 2).

Las lagunas, que representan 90% de los ambientes conectados al mar, ya que sólo hay estuarios en Campeche (Champoton, y Laguna de Términos) y Chetumal (Río Hondo), típicamente son poco profundas (en promedio, uno o dos metros), por lo que la columna de agua generalmente está bien mezclada, y están orientadas paralelamente a la costa y separadas del mar por una isla de la barrera. Normalmente tienen un intervalo pequeño de marea y, a pesar de que su aporte de agua dulce es reducido en comparación con los estuarios, tienen una gran influencia en la variabilidad espacial y temporal de la salinidad (Cuadro 1). El intercambio de agua con el océano

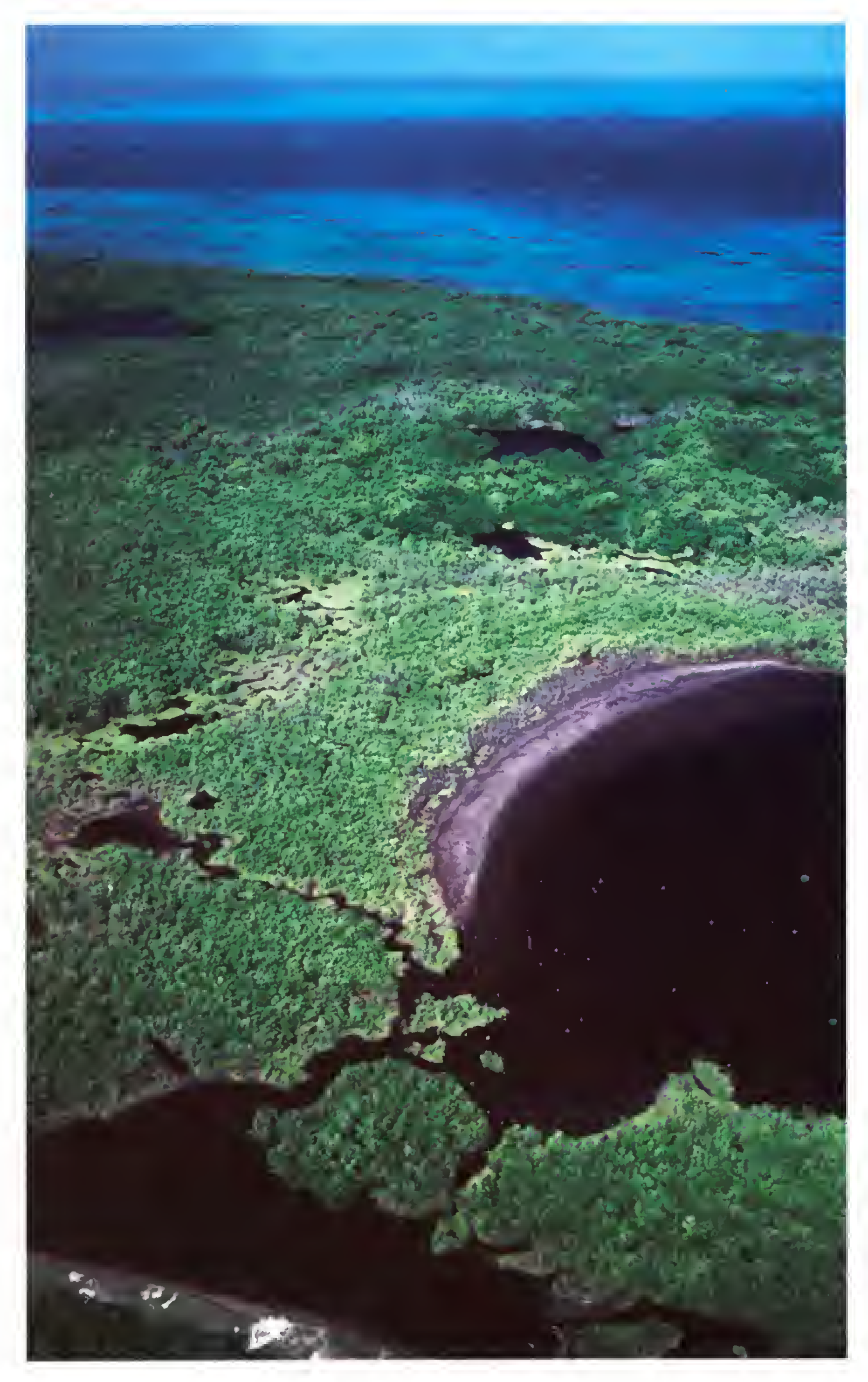
Página anterior: Laguna Nichupté, Cancún.

Fotos: © Fulvio Eccardi



Figura 1. Lagunas costeras de Yucatán.

© Jorge A. Herrera Silveira



Laguna costera en Sian Ka'an.

suele restringirse a pequeñas entradas, lo que resulta en tiempos de residencia de agua relativamente largos. El área de agua es variable (Cuadro 1) y la proporción de área de su cuenca, en relación con lagunas costeras de otros sitios de México, es relativamente grande, porque podría abarcar toda la Península de Yucatán, ya que en la gran mayoría de estos ecosistemas la entrada de agua dulce es vía subterránea, por las características cársticas que dominan el sustrato de esta región de México.

Son ecosistemas sumamente productivos, por los subsidios de nutrientes que reciben y la diversidad de productores primarios (fitoplancton, vegetación acuática sumergida, manglares), ecológicamente complejos y estables, por la conectividad entre ambientes, manglares/lagunas/pastos/arrecifes, y porque desarrollan mecanismos para enfrentar la variabilidad ambiental y los eventos extremos como los huracanes. Como consecuencia de sus interacciones con sistemas vecinos, como el mar, los bosques de manglar, las zonas inundables y los arrecifes de coral, tienen muchas fronteras y son abiertos, por lo que en su conjunto representan un ecosistema de alta biodiversidad muy atractivo para diferentes tipos e intensidades de actividades humanas, las cuales han puesto en riesgo el equilibrio de sus funciones ecológicas.

Con el crecimiento de los asentamientos humanos en las zonas costeras, aumentan las descargas de aguas contaminadas (Laguna de Términos, Chelem, Holbox, Chacmochuc, Bojórquez, Bahía de Chetumal), se intensifica la modificación del balance entre los aportes de agua dulce y marina, producto de cambios en la dinámica natural de su conexión con el mar (Chelem, Nichupté, Bojórquez) y de la restricción del flujo de agua entre las diferentes zona de la laguna (Celestún, Chelem, Nichupté, Bojórquez), también se incrementa la destrucción de hábitat (pastos marinos y manglares) por las actividades pesqueras (Celestún, Chelem, Holbox, Bahía de la Ascensión) y turísticas (Celestún, Nichupté, Bojórquez), así como por el cambio de usos del suelo para desarrollos urbanos y turísticos (Ciudad del Carmen, Progreso, Cancún, Chetumal).

Además, como efecto del cambio climático, en las lagunas costeras de Yucatán, localizadas en la trayectoria de los huracanes del

Caribe, se espera un aumento en la frecuencia y severidad de esos eventos, así como el incremento del nivel del mar, lo que les afectará porque sus elevaciones son típicamente bajas.

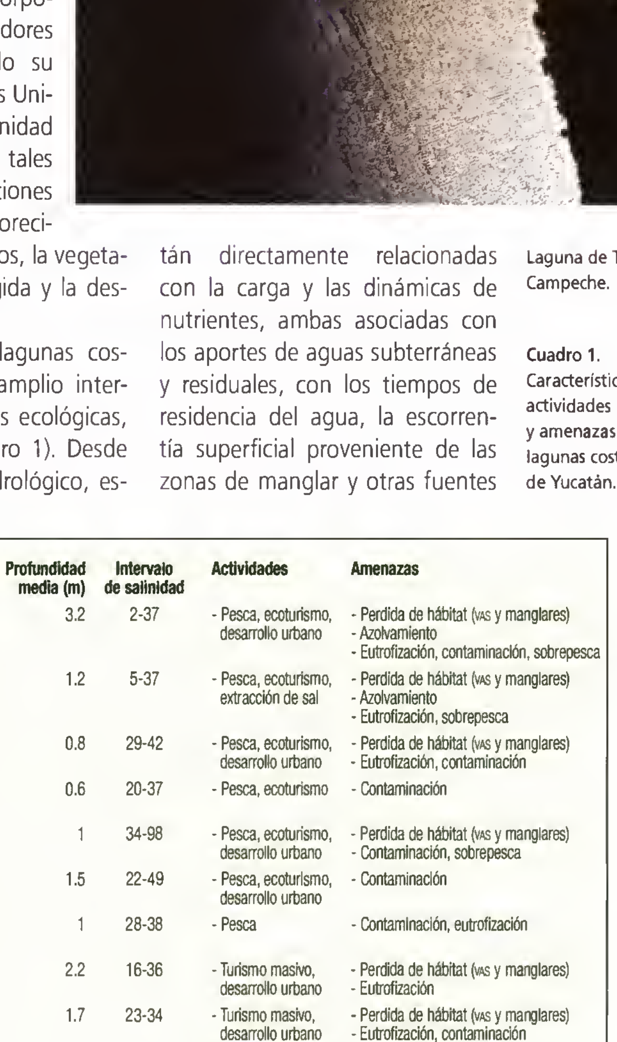
Diagnóstico

Para el estudio y manejo de las lagunas costeras pueden ser de utilidad tres conceptos, estrechamente relacionados. El primero, el de conectividad, postula la existencia de interacciones entre ecosistemas a través de procesos biogeoquímicos y biológicos, los cuales están regulados por procesos hidrológicos que actúan en diferentes escalas espaciales y temporales. El segundo, el de los controles tierra-mar/mar-tierra, señala que los flujos tierra-mar (aportes de cuencas hidrológicas) y los de mar-tierra (mareas, corrientes, huracanes), ejercen papeles claves en la regulación del funcionamiento ecológico de cada ecosistema. El tercero, el de estabilidad ecológica, considera el regreso (resiliencia) de los ecosistemas a su estado de equilibrio después de una perturbación.

Los eventos naturales y las actividades antrópicas modifican la intensidad de la conectividad entre ecosistemas, la magnitud de los controles tierra-mar/mar-tierra, e impactan las características de la estabilidad de los ecosistemas, transformando su condición de equilibrio dinámico y lo que se conoce como el estado de salud, concepto utilizado para facilitar el intercambio e interacción entre investigadores, administradores de recursos naturales y tomadores de decisión.

El diagnóstico de la salud de las lagunas costeras de Yucatán no ha sido fácil, porque en México los criterios de calidad del agua de protección a la vida acuática para ambientes estuarinos y costeros no incorpora variables e indicadores que han demostrado su utilidad en los Estados Unidos y en la Comunidad Económica Europea, tales como las concentraciones de Clorofila-a, los florecimientos algales nocivos, la vegetación acuática sumergida y la destrucción de hábitats.

En Yucatán, las lagunas costeras presentan un amplio intervalo de características ecológicas, usos y abusos (Cuadro 1). Desde el punto de vista hidrológico, están directamente relacionadas con la carga y las dinámicas de nutrientes, ambas asociadas con los aportes de aguas subterráneas y residuales, con los tiempos de residencia del agua, la escorrentía superficial proveniente de las zonas de manglar y otras fuentes

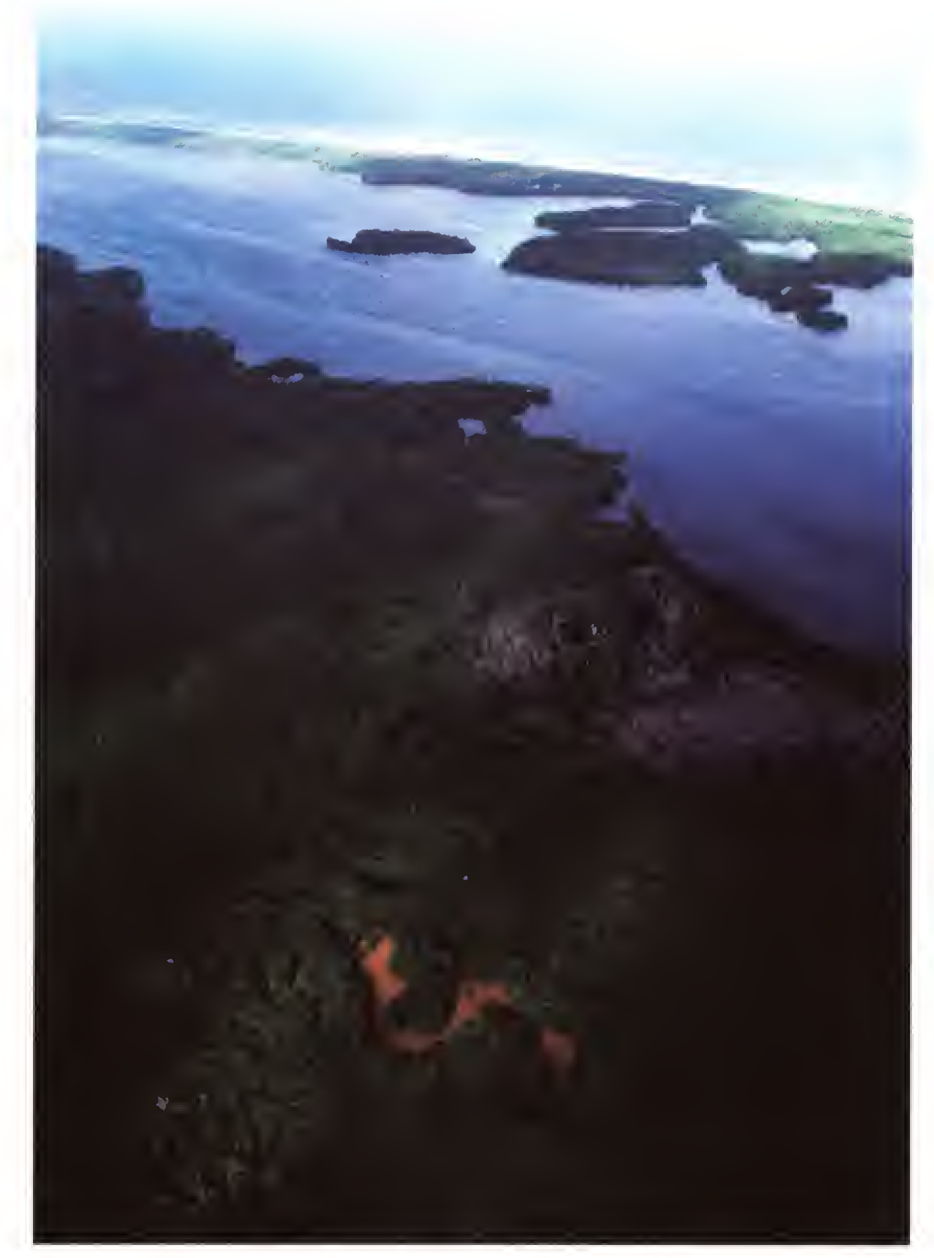


Laguna de Términos, Campeche.

Cuadro 1. Características, actividades y amenazas de las lagunas costeras de Yucatán.

	Área (Km^2)	Profundidad media (m)	Intervalo de salinidad	Actividades	Amenazas
Laguna de Términos	1,500	3.2	2-37	- Pesca, ecoturismo, desarrollo urbano	- Perdida de hábitat (VAS y manglares) - Azolvamiento - Eutrofización, contaminación, sobrepesca
Celestún	28	1.2	5-37	- Pesca, ecoturismo, extracción de sal	- Perdida de hábitat (VAS y manglares) - Azolvamiento - Eutrofización, sobrepesca
Chelem	14	0.8	29-42	- Pesca, ecoturismo, desarrollo urbano	- Perdida de hábitat (VAS y manglares) - Eutrofización, contaminación
Dzilam	10	0.6	20-37	- Pesca, ecoturismo	- Contaminación
Ria Lagartos	91	1	34-98	- Pesca, ecoturismo, desarrollo urbano	- Perdida de hábitat (VAS y manglares) - Contaminación, sobrepesca
Holbox	275	1.5	22-49	- Pesca, ecoturismo, desarrollo urbano	- Contaminación
Chacmochuc	122	1	28-38	- Pesca	- Contaminación, eutrofización
Nichupté	41	2.2	16-36	- Turismo masivo, desarrollo urbano	- Perdida de hábitat (VAS y manglares) - Eutrofización
Bojórquez	9	1.7	23-34	- Turismo masivo, desarrollo urbano	- Perdida de hábitat (VAS y manglares) - Eutrofización, contaminación
Ascensión	740	2.5	3-38	- Pesca, ecoturismo	- Contaminación
Chetumal	1,100	3.3	2-20	- Pesca, ecoturismo, desarrollo urbano	- Eutrofización, contaminación, modificación de hábitat

VAS: Vegetación acuática sumergida



Laguna de Dzilam de Bravo.

exógenas (excretas de aves). Generalmente, ricas en nitratos y silicatos, pero pobres en fosfatos.

El fitoplancton, componente de los ecosistemas acuáticos que responde rápidamente ante los cambios en las condiciones ecológicas, se ha usado extensamente para caracterizar la condición que guardan los ambientes costeros. En las lagunas yucatecas, la comunidad de fitoplancton está compuesta por los grupos de cianobacterias, nanoflagelados, diatomeas centrales, diatomeas penales, el grupo dominante, y dinoflagelados.

Por su parte, la vegetación acuática sumergida dominante en términos de cobertura está formada principalmente por pastos marinos (*Thalassia testudinum, Halodule wrightii, Syringodium filiforme, Ruppia maritima*) y macroalgas (Clorofitas y Rodofitas). Este componente es sensible a los cambios en las condiciones de transparencia, los nutrientes en la columna del agua y a los daños físicos.

La alta variabilidad inter e intralaguna sugiere que la determinación de la condición, en términos de un diagnóstico que apoye las acciones de manejo para cada laguna, debe basarse en una caracterización sitio-específica, determinando la zonificación hidrológica y de hábitats, así como su relación con las fuentes de impacto.

Por ello, se recomienda: 1) implementar programas de monitoreo de largo plazo para diferentes componentes, se sugiere la calidad del agua, la frecuencia y extensión de florecimientos algales, los cambios de cobertura de vegetación acuática sumergida y de manglares; 2) instalar plantas de tratamiento de aguas residuales en los actuales desarrollos urbanos; 3) rehabilitar la conectividad hidrológica entre las descargas de agua subterránea, las lagunas y la zona marina; 4) ordenar las actividades turísticas en ecosistemas someros (tráfico de embarcaciones); 5) ordenar la pesca de arrastre en zonas con vegetación sumergida; y 6) ordenar los asentamientos humanos en los márgenes de las lagunas costeras.

Al menos 80% de las lagunas costeras de Yucatán presenta algún síntoma de impacto. Urge que todos los sectores reconozcan que los problemas ambientales en estos ecosistemas son una realidad, y que es necesario desarrollar programas de largo plazo relacionados con la conservación y el uso de sus recursos naturales. Si no se actúa de forma inmediata en la gestión, la investigación y el monitoreo de estas lagunas, se tendrá que remediar (restaurar, rehabilitar) en lugar de prevenir, sobreexplotar en vez de aprovechar, y se verá alejarse la meta del manejo integrado de la zona costera de la Península de Yucatán.

[1] Profesor Investigador Titular del Departamento de Recursos del Mar, CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. jherrera@mda.cinvestav.mx

[2] Estudiante de doctorado del CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida.

Patricia Manzano-Fischer[1], Rurik List[2 y 1], Jean-Luc Cartron[3],
Rodrigo Sierra[2] y Eduardo Ponce[2]

ELECTROCUCIÓN DE AVES EN LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO



Ejido de San Pedro, Janos.

Foto: © Rurik List

En el verano de 1999, mientras conducíamos por una polvorienta terracería en los pastizales de Janos, Chihuahua, un águila real perchó en un poste de luz, momentos más tarde cayó al suelo como un bulto. Al revisarla, vimos las características plumas rizadas resultado de la electrocución al tocar cables de energía. Dos años antes, cuando se instaló una línea de distribución de energía eléctrica en medio de la colonia de perros llaneros de El Cuervo, temimos que habría problemas con las aves que utilizan el área, atraídas por las altas densidades de ardillas de tierra que viven en los pastizales abiertos, sin árboles.

Panorama mundial

El crecimiento de la población humana, y la consiguiente necesidad de energía, incrementa la mortandad de las aves por electrocución. En algunos casos, afecta poblaciones de especies en riesgo de extinción, como la del águila imperial (*Aquila heliaca*) en el Parque de Doñana, en España. Prueba de ello es que al eliminar una línea eléctrica que cruzaba por el centro del parque se incrementó la sobrevivencia de los pollos, de 17.6 hasta 80% en los primeros seis meses de vida.

Uno de los primeros países en reconocer que la electrocución de aves era un problema importante fue los Estados Unidos. En la década de 1970, se reunieron un grupo integrado por agencias del gobierno, compañías de electricidad y organizaciones no gubernamentales para analizar la magnitud del problema y buscar soluciones. El resultado fue el manual "Practicas Sugeridas para la Protección de Rapaces en Líneas Eléctricas", que ya tiene tres ediciones y se ha traducido al español. El documen-



Colocación de tubos de PVC en las lineas eléctricas. Ejido Casa de Janos.
Foto. © Rurik List

to reúne información sobre los aspectos biológicos de la electrocución de rapaces y brinda una clara explicación de los diseños de estructuras peligrosas para las aves y de cómo pueden modificarse para evitar futuras electrocuciones. Sin embargo, en los Estados Unidos existen cientos de compañías encargadas de proporcionar el suministro de energía eléctrica, lo cual es un obstáculo para realizar las prácticas sugeridas.

En Sudáfrica, y otros países de África, el buitre del Cabo (*Gyps coprotheres*), el buitre egipcio (*Neophron pernopterus*), el águila marcial (*Polemactus bellicosus*) y el águila negra (*Aquila vereauxii*) son algunas de las especies que más se electrocutan en las líneas eléctricas. En una sola línea se encontraron más de 300 buitres del Cabo muertos en un periodo de tres años.

En América Latina existe información sobre temas como la colisión de aves con las líneas de transmisión o los problemas causados por los nidos de la cotorra monje (*Myiopsitta monachus*). Sin embargo, sobre electrocución de aves en líneas de distribución hay poca investigación.

La electrocución de aves en México

Antes de 1997, el único registro en México sobre conflictos entre aves y líneas eléctricas era el del gavilán pescador (*Pandion haliaetus*) en Baja California, cuya población se incrementó gracias al uso de estructuras artificiales (balizas de señalización, plataformas artificiales sobre postes del tendido eléctrico o junto a éstos) como plataformas de anidación. La colocación de estas estructuras evitó que los gavilanes anidaran en stitos peligrosos y se electrocutaran, además de solucionar el problema de los constantes cortes en el suministro de energía.

Otro caso es en el área de Janos-Casas Grandes, en Chihuahua, habitada por ganaderos y agricultores, principalmente Menonitas. En 1986 se construyeron los primeros tendidos eléctricos para proveer de energía a los ejidatarios y los ranchos privados. Los Menonitas, por sus creencias religiosas, no tuvieron electricidad hasta 1997. Entre octubre y noviembre, las colonias de Buenos Aires y El Cuervo fueron conectadas mediante una línea eléctrica que corre a través de la mayor colonia de perros llaneros de Norteamérica, desde entonces encontramos rapaces electrocutadas. Un año después se inició un proyecto de monitoreo para revisar esa y otras líneas del área, y se constató que el problema no es exclusivo de las líneas nuevas, también existe en otras que cruzan las colonias de perros llaneros.

En Janos se han encontrado bajo los postes: águila real (*Aquila chrysaetos*), aguililla real (*Buteo regalis*), aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), zopilote aura (*Cathartes aura*), lechuza de campanario (*Tyto alba*) y una gran cantidad de cuervos (*Corvus cryptoleucus*). En la zona de Janos-Casas Grandes se han contabilizado 403 aves muertas por electrocución desde enero de 1999 (135 rapaces, 252 cuervos, 14 zopilotes y 2 garzas). Para la región del norte de Chihuahua, incluyendo Janos, el total es de 423 aves muertas registradas hasta la fecha (Tabla 1).

En marzo de 2002, el Instituto de Ecología de la UNAM, la Agrupación Dodo A.C., la North American Bird Conservation Initiative, Unidos

Tabla 1. Mortalidad por especie de ave en varias localidades del norte de Chihuahua.

Especie	Chihuahua Feb 99-Mar 06	Janos Feb 99-Mar 06
Asio flammeus	1	1
Tyto alba	1	1
Buteo swainsoni	1	1
Parabuteo unicinctus	1	1
Pandion haliaetus	1	1
Haliaeetus leucocephalus	1	1
Falco peregrinus	2	2
Bubo virginianus	4	4
Falco sparverius	5	5
Falco mexicanus	8	8
Cathartes aura	14	14
Aquila chrysaetos	24	24
Buteo regalis	28	28
Buteo jamaicensis	70	58
Corvus cryptoleucus	259	252
Ardea herodias	3	2
Total	**423**	**403**





Ejido Tierras Prietas, Janos.

Foto. © Eduardo Ponce

para la Conservación y la Agrupación Sierra Madre, conjuntaron esfuerzos para organizar el "1er Taller sobre electrocución de aves en líneas eléctricas: hacia un diagnóstico y perspectivas de solución", el cual fue posible gracias a la colaboración del U. S. Fish and Wildlife Service y la National Fish and Wildlife Foundation. Cabe destacar el interés de la Comisión Federal de Electricidad, que en Janos ha trabajado junto a los expertos para identificar las líneas y estructuras con problemas y proceder a su modificación.

Las especies en mayor riesgo

Las aves rapaces y los cuervos son las especies electrocutadas con más frecuencia. Las rapaces medianas y grandes sufren el mayor riesgo ya que utilizan las líneas como sitios para perchar, cazar o anidar, específicamente en áreas donde no hay árboles u otras estructuras naturales que puedan usar para estos fines. Las especies que migran en grupos pequeños o en solitario también enfrentan un gran riesgo. Es importante distinguir entre las aves con un alto índice de electrocución y con poblaciones relativamente abundantes, como el cuervo llanero, y aquéllas con un índice de electrocución menor pero con poblaciones en riesgo, como el águila real; la electrocución puede no tener un efecto aparente en la población de las primeras o reducir significativamente la de las especies en riesgo.

Las aves son atraídas por los postes de las líneas de distribución eléctrica porque representan buenas plataformas para cazar, incrementan el rango de visión y la velocidad mientras cazan, especialmente en lugares donde la vegetación es baja y el terreno es plano; también constituyen perchas accesibles y numerosas, su localización ayuda a las aves para delimitar sus territorios y les brindan sombra o sol. Sin embargo, al usarlos corren el riesgo de electrocutarse por la poca separación entre las fases y la gran cantidad de componentes conectados a tierra y sin aislar, aunado a la falta de pericia de las aves jóvenes. Este es el caso del águila real, los juveniles son las víctimas más frecuentes de electrocución.

Las características del problema

En México, la electrocución de aves es diferente de la que ocurre en otras partes del mundo. En los Estados Unidos, la mayoría de los postes son de madera, por lo que un ave se electrocutará sólo si toca dos fases energizadas o una fase y alguna parte metálica que se encuentre conectada a tierra. En Europa, con frecuencia se utilizan postes metálicos, por lo que el riesgo de electrocución es similar al de México, donde la Comisión Federal de Electricidad (CFE) utiliza una variedad de postes de madera, metal y concreto. Pero los primeros se usan poco, por su costo y su limitada disponibilidad, mientras que los de concreto son los más empleados. Estos postes presentan el mayor riesgo para las aves; en su manufactura se utiliza un armazón de varilla que los convierten en una conexión a tierra. Con tan sólo tocar una fase y cualquier parte metálica unida al poste o el poste mismo, un ave se electrocuta. El uso de crucetas metálicas es otra característica que incrementa el riesgo, si un ave se para en la cruceta y toca una fase energizada se electrocuta. En nuestro país, la longitud de las crucetas es de 2 metros, pero para evitar las electrocuciones se sugiere una longitud mínima de 2.5 metros, distancia que ofrece un mayor espacio entre las fases. El águila real, por ejemplo, puede alcanzar una envergadura de 2.2 metros en la hembra y 1.82 en el macho.

Entre las estructuras que representan un mayor riesgo se encuentran los transformadores, los postes terminales y de deflexión y todas aquellas que tienen puentes sin aislar. Los postes terminales dobles con doble cruceta se asocian con una mortalidad más alta que cualquier otro tipo de poste de concreto (Tabla 2).

Tabla 2. Número de aves electrocutadas en ocho líneas de distribución eléctrica en el área de Janos, entre mayo de 2005 y enero de 2006.

Estructura asociada con aves electrocutadas	May 05	Jul 05	Sep 05	Nov 05	Dic 05	Ene 06
Postes trifásicos no modificados	10	2	8	9	3	3
Poste trifásico modificado	3	4	2			
Terminales dobles con cruceta doble	4		4	1		
Terminales dobles con cruceta doble modificados	2	1				
Otras estructuras		1	1			
Postes dobles de madera con cruceta metálica		1	2			
Poste en ángulo		1				
Total de aves muertas	**16**	**7**	**20**	**13**	**3**	**3**



El Cuervo, Janos.
Foto: © Rurik List

Algunas soluciones

En la región de Janos-Casas Grandes, Chihuahua, el personal de la CFE cuenta con experiencia en la modificación de estructuras de riesgo, como la colocación de crucetas de madera que han resultado muy efectivas para reducir el riesgo de electrocuciones (además de ser no conductoras, como son más largas, aumentan la distancia entre las fases). Sin embargo, aún se requiere la colocación de materiales aislantes para los cables y demás componentes de la estructura, especialmente en aquéllas de alto riesgo como las terminales dobles y los transformadores.

Antes de los actuales esfuerzos de modificación, las electrocuciones de las aves en postes de concreto estaban ampliamente distribuidas en Sonora, Chihuahua y, en menor medida, Baja California Sur. Ahora, con la gran cantidad de postes de concreto modificados, la mortandad de rapaces y cuervos en las líneas de transmisión del noroeste de México debe ser menor, pero se necesitan más muestreos para verificar la efectividad de todas las técnicas y de los materiales utilizados.

En la División Centro Occidente de la CFE se instalaron cables semiaislados en algunas líneas, pero preferentemente en las zonas arboladas. A pesar de que existe la información necesaria, y al menos dos compañías en México producen materiales para el aislamiento de componentes en las estructuras, la modificación en líneas existentes puede resultar costosa, por lo que debe acompañarse de estudios que identifiquen las que son causantes de electrocuciones y que sufren continuos cortes del suministro. La creación de nuevas líneas con lineamientos de construcción amigables para las aves puede resultar económicamente viable, pero se debe trabajar en diversos frentes y con comunicación directa entre las instituciones académicas, las organizaciones no gubernamentales, las empresas, la CFE y la Compañía de Luz y Fuerza.

Durante el 1er Taller sobre electrocución de aves, los expertos y la CFE acordaron una serie de medidas para evitar las muertes en las líneas de energía:

1.- Determinar las áreas prioritarias, las especies involucradas, y los materiales y métodos para modificar las líneas existentes o para hacer seguras las nuevas.

2.- Hacer un diagnóstico nacional de la problemática.

3.- Modificar las estructuras problema en áreas donde se hayan registrado incidentes.

4.- Crear un programa de monitoreo para el personal de la CFE y de las áreas naturales protegidas o críticas, que deberá incluir: a) cursos de capacitación para los equipos de mantenimiento que revisan regularmente las líneas; b) producción de manuales, videos y otros materiales; y c) creación de una base de datos sobre eventos relacionados con la electrocución de aves.

5.- Analizar la normatividad actual y las posibles modificaciones para alcanzar el mejor mecanismo de solución del problema de electrocución de aves.

6.- Incorporar, en las manifestaciones de impacto ambiental, el seguimiento de las acciones recomendadas para mitigar los riesgos para las aves y analizar su efectividad, y de ser necesario, plantear su modificación.

7.- Establecer canales de comunicación interinstitucionales que permitan un acercamiento mul-

La electrocución de aves no sólo afecta a las poblaciones de las especies involucradas, también tiene un fuerte impacto en la economía local

tidisciplinario para la solución de los conflictos que surgen entre las aves y las líneas eléctricas.

Desafortunadamente poco se ha conseguido en relación con estos objetivos. La falta de fondos, además de la colocación de líneas en todo el territorio nacional sin considerar las medidas preventivas, hace que el número de aves electrocutadas siga en aumento. Hay poca comunicación interinstitucional y poca disposición por parte de las agencias gubernamentales para impulsar la colocación de las estructuras para minimizar riesgos de electrocución, y otros conflictos como colisiones y daños, en los sitios donde son necesarias.

La CFE aplica soluciones locales, pero no hay seguimiento del efecto de las modificaciones o aditamentos para eliminar los problemas. Presuponen que son efectivos pero no tienen datos que indiquen cuáles funcionan y pueden utilizarse en otros sitios y cuáles son un gasto inútil. Por ejemplo, en la CFE de la División Norte se emplean tubos de PVC para aislar los cables adyacentes a la cruceta, pero ese material no es resistente a los rayos ultravioleta, por lo que se degrada, se rompe y cae al suelo; además, al no ser creado específicamente para cubrir las fases, no ajusta bien al cable y se desplaza.

La electrocución de aves no sólo afecta a las poblaciones de las especies involucradas, también tiene un fuerte impacto en la economía local. El elevado número de cortes de energía que causa se traduce en un alto costo para los pueblos y comunidades, los agricultores e incluso para las compañías de electricidad que tienen que reparar los daños. Por ello, la solución de este problema beneficiará tanto a las aves de México como a los usuarios de la electricidad.

[1] Agrupación Dodo A.C.
pmanzano@prodigy.net.mx

[2] Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México

[3] Department of Biology, University of New Mexico, Albuquerque.



Las plantas, compañeras de siempre... La experiencia en Morelos.

Esta obra contiene información etnobotánica (generada entre 1979 y 2001 en el Laboratorio de Ecología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos), sobre algunas plantas útiles del estado. Como preámbulo se presenta un análisis sobre alguno de los rasgos botánicos y culturales de las plantas, los cuales contribuyen en la explicación de su uso, sobre todo de aquéllas con una mayor dominancia cultural.

El resto del contenido son monografías que incluyen información general sobre las familias y géneros botánicos, el nombre científico de las especies, la sinonimia científica utilizada en las fuentes etnobotánicas consultadas por los autores, la descripción botánica, los nombres vernáculos, el lugar de origen, el hábitat, la distribución, el manejo, los usos, la fenología, las precauciones en el empleo de la planta, la propagación, la categoría de riesgo y el contenido nutritivo. También se incluyen algunas notas sobre su ecología, biología, etimología, condiciones de almacenamiento de propágulos y el manejo en plantación. Además, contiene 4 láminas a color de las especies representativas utilizadas con fines comestibles, ornamentales, medicinales y mágico-religiosos.





COMISIÓN NACIONAL
PARA EL CONOCIMIENTO
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

La CONABIO te invita a consultar sus acervos bibliográfico y de imágenes relacionados con la biodiversidad. Para mayor información llama al teléfono 5004 4972 o consuta la página web <www.conabio.gob.mx>.

La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi ASISTENTES: Thalía Iglesias, Leticia Mendoza
<biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx>
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V. DISEÑO: Tools Soluciones Gráficas
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Didier Héctor

IMPRESIÓN: Artes Gráficas Panorama, S.A. de C.V., Avena 629 Col. Granjas México 08400 México, D.F.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, fax 5004-4931, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos